

TUGAS AKHIR

Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) Pada Alumunium AA5052 dengan Baja Karbon SS400 Menggunakan Variasi

***Feed Rate* 30 ^{mm}/menit, 35 ^{mm}/menit, dan 40 ^{mm}/menit**



Tugas Akhir ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Strata Satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Oleh:

SHOPAN PANGESTU

NIM : D 200160182

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“STUDI PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING* (FSW) PADA ALUMINIUM AA5052 DENGAN BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN VARIASI *FEED RATE* 30 mm/menit, 35 mm/menit, DAN 40 mm/menit ”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau duplikat dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

: SHOPAN PANGESTU

NIM

: D200160182

Ditandatangani pada

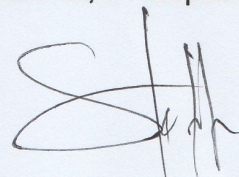
Hari

: Kamis

Tanggal

: 27 September 2018

Surakarta, 27 September 2018



SHOPAN PANGESTU

NIM. D200160182

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**STUDI PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING* (FSW) PADA ALUMINIUM AA5052 DENGAN BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN VARIASI *FEED RATE* 30 ^{mm}/menit , 35 ^{mm}/menit, DAN 40 ^{mm}/menit**” telah disetujui oleh Pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : SHOPAN PANGESTU

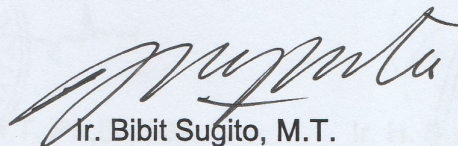
NIM : D200160182

Disetujui pada

Hari : Kamis

Tanggal : 27 September 2018

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* (FSW) Pada Alumunium AA5052 dengan Baja Karbon SS400 Menggunakan Variasi *Feed Rate* 30 mm/menit , 35 mm/menit, dan 40 mm/menit**" telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh:

Nama : SHOPAN PANGESTU

NIM : D200160182

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Anggota 1 : Tri Widodo Besar R., S.T., M.Sc., Ph.D

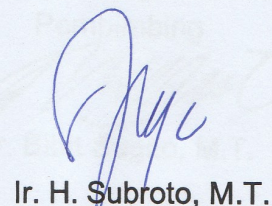
Anggota 2 : Muh Alfatih H., S.T., M.T.

Dekan,



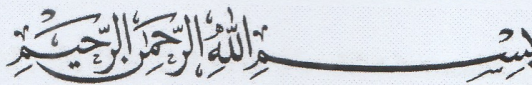
Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

Ketua Jurusan,



Ir. H. Subroto, M.T.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR



Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 325/ A.4-II/ TM/ IX/ 2018 Tanggal 03 September 2018 dengan ini:

Nama : Ir. Bibit Sugito, M.T.
Golongan/Jabatan: IV A/Lektor Kepala
Kedudukan : Pembimbing Utama
Memberikan Soal Tugas Akhir Kepada mahasiswa :

Nama : SHOPAN PANGESTU
Nomor Induk : D200160182
NIRM : -
Jurusan/Semester: Teknik Mesin / Akhir
Judul /Topik : Teknik Pengelasan

Rincian Soal/Tugas :

STUDI PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING* (FSW) PADA ALUMINIUM AA5052 DENGAN BAJA KARBON SS400 MENGGUNAKAN VARIASI *FEED RATE* 30 mm/menit , 35 mm/menit, DAN 40 mm/menit

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 27 September 2018

Pembimbing

Ir. Bibit Sugito, M.T.

Keterangan :

1. Warna Biru untuk Kajur
2. Warna Kuning untuk Pembimbing Utama
3. Warna Putih untuk Mahasiswa

LEMBAR MOTTO

頑張れば、何でもできるはず。Jika berusaha, pasti bisa.

PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan khusus kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih atas kasih sayang semua nasehat-nasehat, dukungan yang telah diberikan, karena itulah penulis sampai saat ini mampu menyelesaikan kuliah ini.
2. Teman-teman Transfer Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah berjuang bersama-sama selama berada di Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta dan selalu memberikan semangat, dukungan, bantuan, dan terima kasih atas segala doanya selama ini.
3. Seluruh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang selalu memberikan semangat, dukungan, bantuan, dan terima kasih atas segala doanya selama ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

ABSTRAK

Friction Stir Welding (FSW) merupakan teknologi pengelasan dimana prosesnya berupa penyambungan solid yang dapat digunakan untuk menyambungkan material yang sulit di las pada fusion welding. Penelitian ini menggunakan metode pengelasan friction stir welding untuk mengetahui pengaruh variasi feedrate terhadap sifat mekanik dan struktur mikro pada sambungan logam tak sejenis antara baja karbon SS400 dan aluminium AA5052 dengan ketebalan 3mm.

Proses pengelasan menggunakan mesin milling dengan parameter variasi feedrate sebesar 30 mm/menit, 35 mm/menit, dan 40 mm/menit. Parameter konstan yang digunakan yaitu kecepatan putaran tool 1500 rpm dan sudut kemiringan tool sebesar 3°. Pengujian yang dilakukan meliputi, uji tarik, uji kekerasan makro, dan uji struktur mikro.

Hasil dari penelitian kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 51,26 MPa pada feedrate 30 mm/menit. Nilai kekerasan tertinggi pada weld nugget sebesar 256,053 HVN pada feedrate 30 mm/menit. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur yang dihasilkan oleh kecepatan feedrate. Hasil foto pada daerah base metal, HAZ dan weld nugget menghasilkan tampilan yang berbeda. Pada daerah HAZ mikrostruktur menjadi kasar akibat temperatur yang diterima, sedangkan pada weld nugget menunjukkan tampilan struktur mikro yang kecil dan rapat.

Kata kunci: *friction stir welding, baja karbon SS400, aluminium AA5052, kekuatan tarik, nilai kekerasan, struktur mikro*

ABSTRACT

Friction Stir Welding (FSW) is a welding technology where the process is a solid connection that can be used to connect materials that are difficult to weld on fusion welding. This research is using friction stir welding method to find out the effect variation of feedrate on mechanical characteristic and micro structure on dissimilar metals joint between carbon steel SS400 and aluminium AA5052 with 3mm thickness.

The welding process is using a milling machine with variation of feedrate parameters are 30 mm / min, 35 mm / min, and 40 mm / min. The constant parameters that used are the speed of rotation tool 1500 rpm and the tilt angle tool of 3°. Then the tests include tensile test, macro hardness test, and micro structure test.

The results of the highest tensile strength study were 51.26 MPa at a feedrate of 30 mm / minute. The highest hardness value at weld nugget is 256,053 HVN at feedrate 30 mm / minute. This is affected by the temperature produced by the feedrate speed. Photo in the base metal, HAZ and weld nugget area produce a different look. In the HAZ area microstructure becomes rough due to the temperature received, while the weld nugget shows a small and tight appearance of the microstructure.

Keywords: friction stir welding, carbon steel SS400, aluminium AA5052, tensile strength, hardness value, micro structure

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

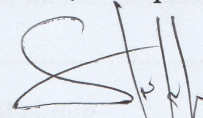
Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Studi Pengelasan *Friction Stir Welding (FSW)* Pada Aluminium AA5052 dengan Baja Karbon SS400 Menggunakan Variasi *Feed Rate* 30 mm/menit , 35 mm/menit , dan 40 mm/menit ”. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT.,Ph.D.,IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak M Alfatih Hendrawan, S.T. yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan masa perkuliahan.
5. Seluruh Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.
6. Ayah, ibu, kakak, adik, kekasih, sahabat dan teman yang selalu senantiasa memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Surakarta, 27 September 2018



SHOPAN PANGESTU

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR MOTTO.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Tinjauan Pustaka	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. <i>Friction Stir Welding</i>	5
2.2. Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i>	5
2.3. Pembagian Zona Pada <i>Friction Stir Welding</i>	7
2.4. Parameter Pengelasan <i>FSW</i>	8

2.4.1. Geometri <i>Tool</i>	8
2.4.2. Putaran <i>Tool</i> , <i>Transverse Speed</i> , dan Kemiringan <i>Tool</i>	9
2.4.3. Tipe Penyambungan	11
2.5. Aluminium Paduan.....	11
2.5.1 Aluminium Paduan AA5052	14
2.6. Baja.....	15
2.6.1. Baja Karbon	16
2.6.2. Kandungan Karbon dan Sifat Mekanis.....	17
2.7. Pengujian Spesimen.....	18
2.7.1 Pengujian Tarik.....	19
2.7.2 Pengujian Kekerasan	23
2.7.3 Analisis Struktur Mikro	26

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2. Bahan Penelitian.....	28
3.3. Peralatan Penelitian	29
3.3.1. Peralatan Untuk Proses Pengelasan dan Pembuatan Spesimen.....	30
3.3.2. Peralatan Untuk Pengujian Spesimen.....	32
3.4. Proses Pengelasan <i>FSW</i>	33
3.5. Pembuatan Spesimen.....	35
3.5.1. Pembuatan Spesimen Uji Tarik	36
3.5.2. Pembuatan Spesimen Uji Struktur Mikro dan Kekerasan ..	36
3.6. Pengujian Hasil Pengelasan <i>FSW</i>	37
3.6.1. Pengujian Tarik.....	38
3.6.2. Pengujian Kekerasan	39
3.6.3. Pengujian Struktur Mikro	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengelasan.....	41
4.2. Analisa Visual	43
4.3. Analisa Temperatur Pengelasan	45
4.4. Analisa Kekuatan Tarik.....	47
4.5. Analisa Kekerasan.....	51
4.6. Analisa Struktur Mikro.....	54

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pengelasan <i>friction stir welding</i>	6
Gambar 2.2.	<i>Heat zone</i> pada <i>friction stir welding</i>	7
Gambar 2.3.	Bentuk-bentuk <i>pin</i> FSW	9
Gambar 2.4.	Bentuk-bentuk <i>shoulder</i> FSW	9
Gambar 2.5.	Hubungan putaran <i>tool</i> dengan temperatur	10
Gambar 2.6.	Skema Pengelasan FSW	10
Gambar 2.7.	Desain penyambungan pada pengelasan FSW	11
Gambar 2.8.	Diagram Fasa Al-Mg.....	14
Gambar 2.9.	Diagram keseimbangan fasa Fe-C.....	16
Gambar 2.10.	Hubungan antara kandungan karbon dan sifat mekanis.....	18
Gambar 2.11.	Batas proporsionalitas dari kurva tegangan-regangan.	19
Gambar 2.12.	Gejala luluh.	20
Gambar 2.13.	Indentasi <i>brinell</i>	24
Gambar 2.14.	Indentasi <i>vickers</i>	25
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 3.2.	Dimensi <i>base metal</i>	28
Gambar 3.3.	Dimensi <i>tool FSW</i>	28
Gambar 3.4.	<i>Tool</i> yang digunakan dalam proses <i>FSW</i>	29
Gambar 3.5.	Dimensi <i>backing plate</i>	29
Gambar 3.6.	Mesin <i>milling merk</i> Aciera AS-1	30
Gambar 3.7.	Termokopel dan termoprobe tipe k	30
Gambar 3.8.	<i>Caliper</i>	31
Gambar 3.9.	Kikir	31
Gambar 3.10.	Gergaji.....	31

Gambar 3.11. Alat uji tarik	32
Gambar 3.12. Alat uji kekerasan.....	32
Gambar 3.13. Alat uji struktur mikro	33
Gambar 3.14. Susunan meja pengelasan <i>FSW</i>	34
Gambar 3.15. Spesimen uji tarik JIS Z 2201	36
Gambar 3.16. Potongan spesimen pengujian struktur mikro	37
Gambar 3.17. Potongan spesimen pengujian kekerasan	37
Gambar 3.18. Grafik tegangan regangan dengan kondisi spesimen	38
Gambar 3.19. Skema pembebanan <i>vickers</i>	39
Gambar 3.20. Mikroskop optik	40
Gambar 4.1. Hasil pengelasan pada <i>feed rate</i> 30 mm/menit.....	41
Gambar 4.2. Hasil pengelasan pada <i>feed rate</i> 35 mm/menit.....	42
Gambar 4.3. Hasil pengelasan pada <i>feed rate</i> 40 mm/menit.....	43
Gambar 4.4. <i>Exit hole</i> pada spesimen I.....	44
Gambar 4.5. <i>Exit hole</i> pada spesimen II	44
Gambar 4.6. <i>Exit hole</i> pada spesimen III	45
Gambar 4.7. Grafik hubungan <i>feed rate</i> dan temperatur	46
Gambar 4.8. Arah gaya pada <i>probe</i> dan <i>base metal</i>	47
Gambar 4.9. Spesimen uji tarik.....	48
Gambar 4.10. Patahan pada <i>feed rate</i> 30 mm/menit	48
Gambar 4.11. Patahan pada <i>feed rate</i> 35 mm/menit	48
Gambar 4.12. Patahan pada <i>feed rate</i> 40 mm/menit	49
Gambar 4.13. Grafik hubungan kekuatan tarik dengan <i>feed rate</i>	50
Gambar 4.14. Hasil jejak indenter <i>macro vickers</i>	51
Gambar 4.15. Grafik nilai kekerasan rata-rata pada setiap bagian spesimen.....	53

Gambar 4.16. Struktur mikro <i>base metal</i> SS400 dengan pembesaran 200 X.....	55
Gambar 4.17. Struktur mikro pada <i>HAZ SS400</i> dengan pembesaran 200 X.....	55
Gambar 4.18. Struktur mikro pada <i>base metal</i> AA5052 pembesaran 200 X.....	56
Gambar 4.19. Struktur mikro pada <i>HAZ AA5052</i> pembesaran 200 X.....	56
Gambar 4.20. Struktur mikro pada <i>weld nugget</i> pembesaran 200 X	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kelompok aluminium paduan tempa	14
Tabel 2.2. Klasifikasi baja karbon.....	17
Tabel 4.1. Temperatur Pengelasan	46
Tabel 4.2. Data pengujian tarik	49
Tabel 4.3. Data Nilai kekerasan	52

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data hasil pengujian tarik
- Lampiran 2. Data hasil pengujian kekerasan
- Lampiran 3. Foto mikro spesimen